

الفصل السادس

علم الوراثة

الوراثة Inheritance

الوراثة هي فرع من العلوم البيولوجية والتي تختص بنقل الصفات الوراثية من جيل إلى آخر. والخلية التناسلية هي المسؤولة عن نقل الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء خلال الجينات المحملة على الكروموسومات.

علم الوراثة:

هو العلم الذي يبحث في أسباب تشابه والتباين بين الأفراد المتصلة بالنسب بمعنى أنه يبحث في أسباب ونتائج التشابهات والفرق في الصفات بين الأفراد الذين تربطهم صلة القرابة ويوضح العلاقة التي توجد بين الأجيال المتعاقبة وتنقسم الصفات الوراثية إلى:

(أ) صفات وراثية: وهو لون الشعر ولون العينين.

(ب) صفات كمية: مثل الطول والقصر والوزن وكمية إدرار اللبن.

والتحصرت العلاقة بين جيل وآخر على خليتين فقط هما الجاميطة المنكرة والجاميطة المؤنثة حيث أن هاتين الخليتين هما حلقة الاتصال بين الآباء والأبناء.

الجينومات: Gene (Traits) or genome

- قد وضع العالم جوتسن Johannsen عام ١٩٠٩ معنى كلمة الجينات على أنها الوحدة الأساسية في الوراثة. حيث أن الصفات الوراثية تحدد وتعين بعوامل معينة.
- كل جين يوجد في مكان معين على الكروموسوم يسمى الموقع locus ويمثلاً طولياً على السراخ الكروموسومي.
- تحتوي على معلومات كافية للإنتاج حمض الريبوزي (RNA) الذي يوجد بصورة مختلفة ومنها حمض الريبوزي السافر (mRNA) والذي يقوم بإنتاج بعض الإنزيمات والبروتينات والتي تدخل وتشارك في تكوين الأفراد وبعض الأحماض الأمينية الخاصة لتكوين بعض البروتينات.
- كل جينين أو أكثر يسمى أليل Allelomorphs.
- كل جينين أو أكثر يحتلان موقعا واحداً في الكروموسومات المتشابهة أو المتماثلة Homologous chromosomes ويحتويان على صفة واحدة مشتركة يسمى بالآليل Alleles.
- الجين الذي يمكن التعبير عن نفسه يسمى بالجينات السائدة Dominant genes أما الجينات التي لا تستطيع التعبير عن نفسها تسمى الجينات المتنحية Recessive genes.
- يمكن للجين أن يتضاعف.

مبادئ علم الوراثة الخلوية و الأنسجة والأجنة

- يمكن للجينات تبادل المواد الوراثية بين كروموسوم وآخر عن طريق التقاطع أو التصلب الكروموسومي Crossing over.

- ينتج الجين كثير من الإنزيمات التي تؤثر على جميع العمليات الحيوية في الخلية.

- يتكون الجين من البروتينات النووية nucleoprotein والتي تشمل على الأحماض النووية (دنا، رنا) والبروتينات (الهستونات ولاهستونات والبروتامين).

- يتكون الجين من مادة دنا والتي تحتوي على:

Pentose sugar (Deoxyribose)	(١) جزيئى السكر دى أوكسيريوز
Phosphoric acid	(٢) مجموعة للفوسفات
Nitrogenous Bases	(٣) القواعد النيتروجينية

والقواعد النيتروجينية تشمل على:

	Pyrimidine	ويشمل على:	- البيرميدين
Thymine		الثايمين	
Cytosine		السايتوزين	
	Purine	ويشمل على:	- البيورين
Adenine		الأدينين	
Guanine		الجوانين	

عند اتحاد القواعد النيتروجينية بجزيئى السكر يسمى المركب الناتج بالنيكلوسيد Nucleoside وعند اتحاد النيكلوسيد مع مجموعة للفوسفات يسمى الناتج بالنيكلويد Nucleotide ومجموعة هذه النيكلويدات تكون مادة دنا DNA.

Mendel's Law's of Inheritance

- يعتبر العالم جوهان مندل البورنو الاصل Brunn من تشيكوسلوفاكيا من العلماء المشهورين في علم الوراثة وهو الذي وضع الأسس والقوانين في علم الوراثة و هو أول قيس أعضاء الطريق أمام غيره من العلماء.

- ولد في ٢٢ يوليو لعام ١٨٢٢ وتخرج في التعليم حيث درس علم الفيزياء والعلوم الطبيعية.
- وقد قام بعدة دراسات تهجينية بين بعض النباتات والأشجار مثل أشجار الفواكه، الزهور، الخضروات وخصوصاً نبات بصل الزهور وقد فحصها بدقة وعناية وقد استنبط القوانين التي تحكم نقل الصفات من الآباء إلى الأبناء.

Mendel's considerations

- في لتجارب العملية لماندل اعتمد في الدراسات التهجينية له على عدة عوامل في اختيار النبات أو العينة المناسبة للتجارب العملية وهي:

- التـنـوع: Variation

يحتوي النبات على عدة صور مختلفة.

- التكاثر: Reproduction

لابد ان يتكاثر الكائن الحي تكاثراً جنسياً بإتحاد الخلية الجنسية الذكرية والأنثوية حيث ان في هذا النوع يحتوي الجنين على معظم الصفات الوراثية من الأب والأم.

- التحكم في الجماع: Controlled mating

أن يكون الكائن الحي قادراً على عملية التزاوج تحت ظروف معينة ومخططة ومحكمة.

- قصـر دورـة الحـياة: Short life cycle

تحتوي على دورة حياة قصيرة.

- إنتاج أعداد كبيرة من الأجيال: Large number of off springs

أن ينتج الكائن الحي أعداد كبيرة من الأجيال بعد كل تزاوج متتابع.

مادة أو خامة مندل: Mendel's Material

- قد اختار العالم مندل نبات بصل الزهور pea (Pisum sativum) على أنها أحسن النباتات المستخدمة

في التجارب التهجينية للأسباب المتضادة الآتية:

(١) منها النباتات الطويلة والقصيرة.

(٢) لها تلقح ذاتي بالرغم أن لها تلقح خلطي.

(٣) منها الأخضر والأصفر اللون.

مبادئ علم الوراثة الخلوية و الأنسجة والأجنة

(4) الحبوب منها العساة والأخرى مجمدة.

(5) الأزهار ملونة أو عديمة اللون.

وقد لقح مندل نباتات لها إحدى هذه الصفات بأخرى لها صفات مضادة. وقد قام بعمل ذلك بعد إزالة أعضاء للتذكير من الزهرة ليمنح التلقيح الذاتي ثم وضع على ميسم هذه الزهرة حبوب لقاح زهرة أخرى لنبات له صفة مضادة. وعندما حملت الزهرة الملقحة حبوبا. قام بزرع هذه الحبوب وتابع نوعين هذه النباتات الناتجة الخليط أو المهجنة. كما في شكل (٦-١)

طريقة مندل: Mendel's procedure

- قام مندل بعملية تلقيح بين نبات البسلة والطويل النقي وحبوب لقاح من نبات بسلة قصير القامة نقي.
- وقد وجد أن أفراد الجيل الأول (F₁) First generation هو نبات طويل القامة خليط Hybrid.
- ثم قام مندل بتلقيح أفراد الجيل الأول مع بعضها البعض تلقيا ذاتيا (F₁) Self pollination أو التلقيح الرجعي Crossing hybrids ليعطى أفراد الجيل الثاني نباتات طويلة هجينة ونباتات قصيرة نقية حيث أنه لم تظهر في أفراد الجيل الأول ونباتات طويلة نقيه.
- وكانت النتيجة التي توصل إليها مندل بعد عدد من التجارب في هذا المجال بين أفراد الجيل الثاني (F₂) تكون على النحو التالي 3 طوال 1 قصير أي 3:1.
- عرف مندل بين عامل الطول في هذه التجربة هو الصفة السائدة Dominant بينما عامل القصر فهو الصفة المتنحية Recessive.

- استخدم مندل كتابة الحروف الكبيرة Capital للدلالة على الصفات السائدة.
- استخدم مندل الحروف الصغيرة Small كرموز للصفة المتنحية ، فاستخدم الصفات السائدة أحرفا كبيرة T/T والمتنحية أحرف صغيرة t/t .

- وبناء على النتائج التي حصل عليها العالم مندل وضع بعض الأسس والقوانين الوراثة وهي:

(١) القانون الأول (أعزل الصفات) Law of segregation

(٢) القانون الثاني (التوزيع الحر) Law of independent assortment

صفة الميمنة Dominant character

- وهو عندما يحدث تزاوج أو إخصاب خلطي بين نبات البسلة في زوج واحد فقط من الصفات المتضادة فإن هذا يسمى أحادي التهجين Monohybrid فعندما يحدث تهجين بين نبات البسلة الطويل الساق Tall مع نبات البسلة القصير الساق Dwarf فإن أفراد الجيل الأول (F₁) First filial generation كلهم

مبادئ علم الوراثة الخلوية و الأنسجة والأجنة

يكونوا من النوع الطويل وهذا ما يسمى بالسيادة للتامة للصفات Dominant character وعدم ظهور صفة القصير نهائيا.

وبناء على هذه النتائج يكون قانون مندل للسيادة Law of Dominance هو:

عندما يحدث تهجين بين نباتات (كثبات) (Homozygous) ذو زوج واحد من الصفات المتضادة فإن صفة واحدة فقط من هذا الزوج هي التي تظهر في أفراد الجيل الأول (F₁) First filial generation.

التوارث البيني (المتوسط):

Incomplete dominance (Intermediate inheritance)

- في بعض الحالات التي لا يكون فيها أحد الجينات سائدة سيادة كاملة على الآخر ويكون النمط الظاهري للكائن مختلف الجينات، تظهر صفات متوسطة بينيه.

- فمثلا عندما تتحد نبات اليملة الحمراء اللون (RR) مع نبات اليملة البيضاء اللون (WW) يكون أفراد الجيل الأول F₁ المهجنة (RW) مختلفة الجينات ولونها وردية اللون (pink).

- في بعض الحالات في سلالات الدجاج وينتج من تهجين سلالة سوداء اللون مع سلالة بيضاء اللون مبرقشة سلالة ليست رمادية اللون، ولكن ينتج لونا مختلفا يسمى الأزرق الاندلسي.

- وإذا هجن أفراد الجيل الأول F₁ فإن نسبة سلالة الجيل الثاني F₂ هي 1 : 2 : 1 في الألوان في حالة زهور أو نبات اليملة تكون النسبة:

واحد أحمر : ٢ وردي : واحد أبيض

وفي حالة سلالة الدجاج تكون النسبة:

واحد أسود : ٢ أزرق : واحد أبيض على التوالي كما في شكل (٦-٢) .

المشاركة السائدة: Codominance

وهي تعني أن صفات السلالات السائدة والسلالات المتنحية تتضاهر وتتحد جنبا إلى جنب في أفراد الجيل الأول F₁ لتنتج أفراد مهجنة خليطه الصفات.

ومثال على ذلك أيضا عند اتحاد أو تهجين موشية ذات فراء أحمر مع ماشية ذات فراء أبيض يكون أفراد الجيل الأول المهجنة ذات فراء وردي اللون (roan coat).

القانون الأول لمندل (قانون الأعرال)

Mendel's First Law (Law of Segregation)

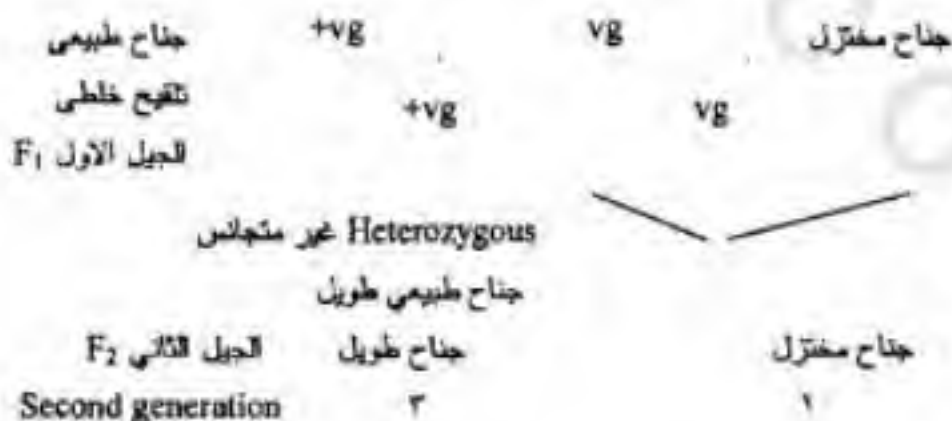
ينص قانون الأعرال أو السلالات النقية على الآتي:

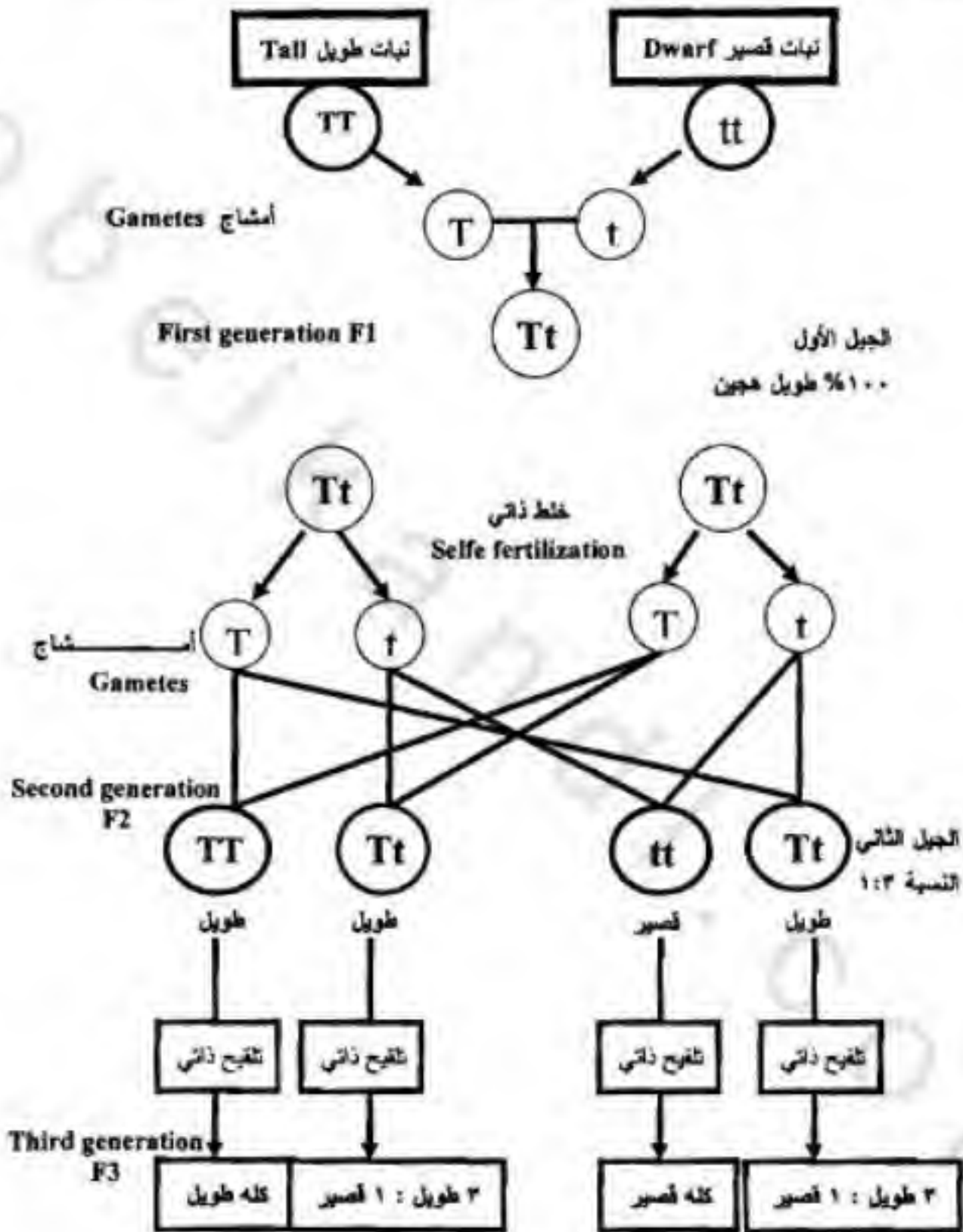
إذا تزوج فردان بهما زوج من الصفات المتضادة Two contrasting characters السائدة والمتحية تبقى هذه الصفات دون مزج أو تلوث أثناء تكوين الأمشاج بين بعضها البعض وينفصلان وينتج الجيل الأول يحمل صفة أحد الأبوين وتخفي الصفة الأخرى. وتورث الصفتان معا في أفراد الجيل الثاني بنسبة ٣ : ١

والدراسة التهجين الذي يشتمل على زوج واحد من الصفات والذي يسمى تهجيناً أحادياً Monohybrid ويمكن التهجين بين نبات طويل ونبات قصير وتسمى هذه الصفات بالصفات الظاهرة Phenotype وصفات وراثية والتي يرمز لها برموز حرفية وهي كبيرة وصغيرة وهي تسمى الأنواع الجينية Genotype. ويمكن تمثيل هذا التهجين الأحادي لنبات طويل الساق ونبات قصير الساق كما بالمخطط التالي

ومن آخر تطبيقات قانون الأعرال لمندل بعض التجارب العملية التي أجريت على ذبابة الدروسوفيلا Drosophila بواسطة العالم مورجان Morgan عالم الوراثة والذي أقام تجربته كالآتي:

- بين ذبابة الدروسوفيلا ذو جناح مختزل Vestigial.
- وذبابة الدروسوفيلا ذو جناح طبيعي Normal.
- وقد هجن بين الأثنين (حيث أنه في هذا التهجين صورتان مختلفتان نفس صفة الجناح ويعرف التسلسل الناتج باسم الهجين الأحادي Monohybrid وتعرف الصورتان المختلفتان نفس الصفة بإلهما زوج من الصفات الأيلومورفية Allomorphic characters).
- وبذلك يمكن القول بأن صفة الجناح المختزل vg والجناح العادي +vg هما جنينين يكونان زوج واحد من الأليلات alleles أي أن الجين vg هو أليل للجنين +vg

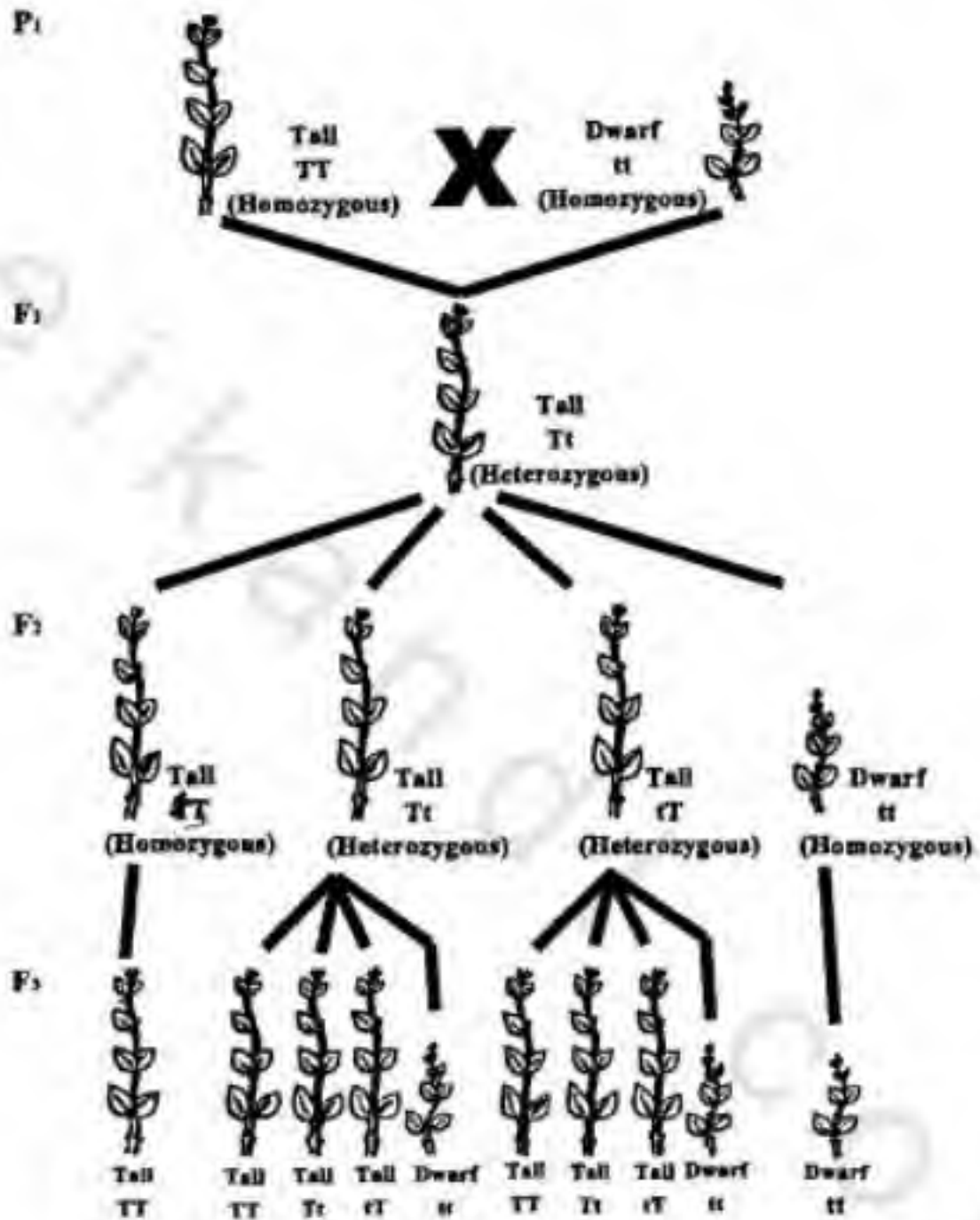




هناك حالات غير متتالية:

- عندما يتزاوج ديك أبيض مع دجاجة سوداء ينتج أفراد الجيل الأول لونه أزرق رصاصي.
- إذا تزوج أفراد الجيل الأول مع بعضهما البعض ينتج أفراد الجيل الثاني F_2 بنسبة أسود : أزرق : رصاصي : أبيض وهي سيادة غير تامة





A Cross between a tall (TT) and a dwarf (tt) pea plant and their offsprings of F₁ and F₂ generations.

(شكل ١-٦)

القانون الثاني لمندل (قانون التوزيع الحر للعوامل)

Mendel's Second Law

(The law of independent assortment of genes or random assortment of genetic factors)

ينص القانون الثاني لمندل على الآتي:

- عندما يوجد زوجان أو أكثر من الصفات المتضادة معا في هجين، فإن السيلت أو بدائل الأزواج المختلفة تتعزل عن بعضها البعض مستقلة أثناء تكوين الأمشاج وتظهر في الأجيال الأخرى.
- ويمكن توضيح التهجين بين زوجان من الصفات المتضادة في هجين كما في نبات البسلة الطويلة وذات بذور صفراء الفلقة وأخرى قصيرة وذات بذور خضراء الفلقة فإن نبات الجيل الأول تكون كلها طويلة وذات بذور صفراء الفلقة.
- ويمكن توضيح ذلك بشكل تخطيطي:

Parents phenotype	AA/BB Tall yellow	aa/bb dwarf green
Genotype	all A B crossing hybrid	all a b
F ₁	A/a	B/b

Gametes	A/a	B/b		A/a	B/b			
	AB	Ab	aB	ab	AB	Ab	aB	ab

Sperm

Egg

	AB	Ab	aB	ab
AB	A/A طويل نقي أصفر	A/A طويل نقي أصفر	A/a طويل خليط أصفر نقي	A/a طويل خليط أصفر خليط
Ab	A/A طويل نقي أصفر	A/A طويل نقي أخضر نقي	A/a طويل خليط أصفر خليط	A/a طويل خليط أخضر نقي
aB	A/a طويل خليط أصفر نقي	A/a طويل خليط أخضر خليط	a/a قصير نقي أصفر نقي	a/a قصير نقي أخضر خليط
ab	A/a طويل خليط أخضر نقي	A/a طويل خليط أخضر خليط	a/a قصير نقي أخضر نقي	a/a قصير نقي أخضر خليط

وبذلك تكون النسبة بين النباتات الطويل الأصفر والنبات القصير الأخضر هي 9 : 3 : 3 : 1

طويل أخضر : 3 : قصير أصفر : 1 : قصير أخضر

9 : 3 : 3 : 1

وهذا المربع يسمى مربع بنت.

أهمية قوانين وظواهر مندل هي:

- تحسين السلالات الحيوانية مثل الماشية والأغنام والدواجن Poultry of Cattle.
- تحسين الحاصلات الزراعية الغذائية للإنسان مثل القمح والأرز وإنتاج سلالات متميزة مهجته.
- تحسين النسل البشري Eugenie's بالاختيار الجيد الموفق للأزواج والبعث عن زواج الأقارب سواء كان للزواج أو للزوجة الأقوياء صحياً ظاهرياً أو داخلياً حسب قول الرسول صلى الله عليه وسلم في الحديث الشريف "تخيروا لنطفكم فإن العرق شامس".
- ولا يحدث زواج الأقارب حتى لا تظهر وتقوى العوامل الوراثية الضعيفة في الأجيال القادمة من الأبناء إلى الأبناء.

هناك بعض العبارات العلمية Terminology

التركيب الوراثي:

وهو صفة أو عدة صفات. وهو مجموعة من الجينات التي يحملها الفرد سواء كانت لصفة واحدة أو عدة صفات ويعبر عنها بالحروف الأبجدية وهذا التركيب الوراثي هو الذي يحدد ويؤثر على الشكل الظاهري.

الشكل الظاهري: Phenotype

وهو صفة أو عدة صفات للفرد تحدد شكله ومعالجه الخارجية ويعبر عنها بالطول أو القصر أو اللون أو غيره من الصفات.

التطوق: Epitasis

وهو التفاعل بين الجينات المختلفة بعضها والبعض وان جين من هذه الجينات يوقف عمل الجين الآخر ويلغي تأثيره وتعبيره.

الجين المميت: Lethal genes

بعض الجينات لا يكون لها تأثير واضح على الشكل الظاهري للحيوان ولكن بعض الجينات لها تأثير خطير على الكائن الحي مما قد يؤثر على حياته ويؤدي إلى الوفاة.

التداخل الجيني: Gene interaction

يكون هناك كثير من الجينات تؤثر على بعضها البعض في إظهار بعض الصفات أو اختفائها وقد يكون بعض الجينات لها تأثير معين في إظهار صفة معينة قبل إظهار لون العين ولكن يكون لها تأثير آخر في إظهار بعض الصفات الأخرى أو قد يكون هناك جين في موضع معين يمنع أو يحجب التعبير الجين آخر في موضع آخر.

تعدد الأليلات (البدائل): Multiple Alleles

إن البدائل أو الأليلات هي صورة بديلة للجين وقد يحتل البدائل المتماثل أو غير المتماثل نفس مكان الجين المشابه له على الكروموسوم وليس كل الكروموسومات يحدث لها ذلك وفي نفس الوقت وقد يؤثر أكثر

مبادئ علم الوراثة الخلوية و الأنسجة والأجنة

من جينين يديان على نفس الصفة مثل مجموعة البدائل المتعددة والتي قد تؤثر على لون الفراء في الأرنب. البدائل والأليلات المختلفة هي: اللون العادي 2C، لون الشنشيلا c^{sh} ، لون البهيمالايا c^h اللون الأبيض c^w .

وتكون الأربع بدائل سلسلة ميانته يكون C هو السائد على جميع الأليلات. يكتب الأليل السائد على اليسار والمحتلى على اليمين.

العائلات الجينية:

- يعتقد الأكسجين في معظم الجينات في كل من بدائيات النوى Prokaryotic ومميزات النوى تكون موجودة في نسخة واحدة فقط لكل هيئة جينية أحادية ولكن هناك عددا من الحالات الهامة التي تحتوي فيها كل هيئة جينية أحادية على اثنين أو أكثر من الجينات قد تكون إما مطابقة أو شديدة التماثل من بعضها البعض بالنسبة لتتابعات النيكلوتيدات وهذه المجموعة الجينية تسمى بالعائلات الجينية.

- إن الجينات في هذه العائلات قد نشأ من تكرارات من تتابع سلف مشترك.

- في بعض الأحيان تبقى الجينات المعكورة متجمعة مع بعضها البعض.

- وفي حالات أخرى ينقسم ارتباطها وتقع على كروموسومات مختلفة.

- ومن الأمثلة لهذه العائلات الجينية: جينات الهيموجلوبين، جينات توافق الأنسجة جينيات R، D، A، الجينات التي تحدد جزيئات المناعة.

وسائل لهذه العائلة هو جينات الهيموجلوبين.

جينات الهيموجلوبين:

- والهيموجلوبين (الحمور) (المادة الحاملة للأكسجين في الدم في الفقاريات العليا) هو مثلمر رباعي له تركيب عام $\alpha_2\gamma_2$ حيث أن α و γ هم اثنان من سلاسل الجلوبين الست المعروفة ومنها α ، γ ، β ، δ ، ϵ .

- والنوع المعروف من الهيموجلوبين البالغ يحظى بالتركيب $\alpha_2\beta_2$ ويعرف باسم HbA ويعرف طرز فرعي من الهيموجلوبين البالغ $\alpha_2\beta_2$ ويسمى HbA₁.

- والهيموجلوبين الجنيني الأكثر شيوع هو HbF يكون من $\alpha_2\gamma_2$ والسلاسل الجينية ϵ توجد فقط في الأسابيع الأولى من الحياة الجنينية.

- والعلاقات التطورية بين سلاسل الجلوبين الأربع ألفا، بيتا، سيجما، وجاما للهيموجلوبين قريبة جدا من بعضها البعض، فالهيموجلوبين الذي يوجد في أنسجة العضلات والأنماط المختلفة من الهيموجلوبين قد تنتج من سلف جيني واحد. وانه قد تكرر وانتج نسخ متكررة واستمرت وافتحت جين الهيموجلوبين الحديث والذي يستمر وينتج سلسلتا الهيموجلوبين β ، γ وأكثرهما قربا من بعضهما البعض.

الجينات المرتبطة بالجنس: Sex-linked gene

- جميع الجينات المحمولة على الكروموسومات الجنسية X، Y تسمى الجينات المرتبطة بالجنس.
- ومعظم الجينات المرتبطة بالجنس مثل الهيموفيليا Hemophilia، وعمى الألوان color blindness هي جينات متنحية recessive كما في شكل (٦-٣) .
- ومن الصفات المرتبطة بالجنس وهي الألوان فقد اكتشف العالم توماس مورجان في الذبوسوفيليا عام ١٩١٠ فإن لون العيون الطبيعية لحشرة الذبوسوفيليا هو اللون الأحمر ولكن تحدث طفرات في الللون الأبيض، وإن من المعروف أن جينات لون العين محمولة على الكروموسوم X.
- فإذا تم تقاطع بين ذكر ذي عيون بيضاء X مع أنثى ذات عيون حمراء فيكون أفراد الجيل الأول F_1 كلهم ذات عيون حمراء حيث أنها هي الصفة السائدة.
- وإذا تزوج أفراد الجيل الأول F_1 فيما بينهم فكل أنثى الجيل الثاني F_2 ذات عيون حمراء. نصف الذكور ذات عيون حمراء ونصف الذكور الآخر ذات عيون بيضاء.
- ولا تظهر للأنثى أي عيون بيضاء في هذا الجيل وتظهر الصفة المتنحية (البياض) في الذكور فقط في الجيل الثاني.
- وفي حالة الإنسان عندما تكون الأم هي الحاملة عرض العمى اللوني والأب طبيعياً فسوف يكون نصف الأولاد مصاباً بعمى الألوان، أما البنات فلا تصاب.
- عندما يكون الأب ذو عمى اللون والأم حاملة فقط، يكون نصف الأولاد ونصف البنات مصاباً بعمى الألوان.
- عمى اللونين الأحمر والأخضر، وأنثى يكون فيها اللون الأحمر والأخضر غير مميزين بدرجات متفاوتة، والرجال غير القادرين على تمييز الألوان يقفون للنساء ذوات عمى الألوان.
- عندما يكون هناك عمى ألوان في النساء فإن آباءهم يكونون ذو عمى الألوان.
- أيضاً صفة سيولة الدم أو الهيموفيليا Hemophilia فهو خلل في عملية تجلط الدم وذلك يرجع إلى نقص في إنزيم الثرومبوسيتين والخاص بتجلط الدم

وهناك نوعان من الهيموفيليا هما:

(١) هيموفيليا أ Hemophilia A

تتكون نتيجة للنقص في الجوبيروجين للهيموفيليا المضادة.

(٢) هيموفيليا ب: Hemophilia B

وهي تتكون نتيجة للنقص في إنزيم الثرومبوسيتين في البلازما.

تحديد الجنس

Sex Determination

هناك دراسات مختلفة لحو تحديد جنس الجنين في كثير من الحيوانات وقد قام عدة علماء بالقيام في دراسة هذا المجال ومنهم هو العالم ماك لونج على البقرة (نصفية الاجلحة).

- وجد ماك لونج ان البقرة تحتوي على نوعين من الحيوانات المنوية احدهما يحتوي على كروموسوم إضافي لعند الفردي للمجموعة الكروموسومية ولا يوجد هذا الكروموسوم الإضافي في الحيوان الآخر.
- ينتج من اتحاد الحيوان المنوي الذي يحتوي على كروموسوم إضافي مع البويضة ريجوت (بويضة مخصبه) أنثى.

- بينما ينتج الحيوان الملوي الذي ينقصه هذا الكروموسوم الإضافي باتحاد مع البويضة ريجوت (بويضة مخصبه) ذكراً.

- وهناك نوعان من الجاميطات (الخلايا الجنسية):

- (١) وهي جاميطات ذكرية غير متجانسة أو غير متشابهة Heterogametic males.
- (٢) جاميطات أنثوية غير متجانسة أو غير متشابهة Heterogametic females.

الجاميطات للذكورية غير المتشابهة

Heterogametic males

- ان بعض الخلايا الجنسية قد تنتج حيوانات منوية تحمل كروموسومات جنسية X وأخرى تحمل Y وان هذه الحيوانات قد تتحد مع بويضات تحمل أيضا X فيكون اتحاد الحيوان المنوي X مع البويضة X ينتج أنثى XX وهذه متشابهة أي جاميطة متشابهة أو متجانسة Homogametic female بينما قد يتحد حيوان ملوي يحمل Y مع بويضة تحمل X فيكون الناتج XY ويكون الناتج ذكراً ويكون الناتج الجاميطة غير متشابهة أو غير متجانسة Heterogametes male.

وهناك انواع كثيرة من كروموسومات الجنس متشابهة ومختلفة وتأخذ صوراً مختلفة ومن أمثلة كروموسومات الجنس هي:

- نوع : (XX - XO)

مثل البقرة (نصفية الاجلحة) التي درسها العالم ماك ونج ١٩٠٢ وبعض قواص من الجراد.

وجد ان الأنثى تحتوي على عدد اثنين X كروموسوم (XX) أي انها متشابهة أو متجانسة Homogametic female.

مبادئ علم الوراثة الخلوية والأنسجة والأجنة

ولن الذكر يحتوى فقط على كروموسوم واحد ولا يحتوى على الآخر وبالتالي يرمز له (XO) أي غير متشابه أو متجانس Heterogametic male.

- نوع (XX - XY)

وهذا النوع موجود في الإنسان وبعض الحيوانات الثديية والحشرات مثل الدروسوفيل.

- والأنثى في هذا النوع تحتوى على عدد اثنين من كروموسومات الجنس XX وتسمى

Homogametic female 2 Homomorphic x chromosomes أي لها متشابه أو متجانس

- وأما الذكر فإنه يحتوى على XY اثنين من كروموسومات الجنس غير متشابه أو متجانس

Homogametic female.

- وبالتالي فإن نوع جنس الجنين يعتمد على نوع الحيوان المنوي.

- فإذا أخذ حيوان منوي يحتوى على كروموسوم الجنس X مع البويضة التي تحتوى على كروموسوم

الجنس X أيضا فيكون الناتج أنثى Homogametic XX^o

- أما إذا أخذ حيوان منوي يحتوى على كروموسوم الجنس Y مع بويضة X فيكون الناتج البويضة

المخصبة (الزيجوت) نكراً XY ويكون غير متشابه Heterogametic male

الجاميطات الأنثوية غير المتشابهة

Heterogametic Females

- هناك أنواع من الجاميطات الأنثوية غير متشابهة ويرمز لها برموز أخرى W, Z حتى لا يحدث تداخل

بين هذا النوع والأنواع السابقة في الذكر. ومن أهم هذه الأنواع هي:

١- نوع أو نظام (ZO-ZZ)

- ويوجد هذا النوع في بعض الفراشات والفراخ.

- والأنثى في هذا النوع تحتوى على كروموسوم واحد Z في الخلايا الجنسية لها ولا تحتوى على أي

كروموسوم آخر وتسمى (ZO) وتسمى حينئذ Heterogametic female

- يكون الذكر فيه يحتوى على كروموسومين الجنسي ZZ ويكون فيه متشابه أو متجانس

Homogametic male.

٢- نوع أو نظام: (ZW-ZZ)

- ويحدث هذا النوع في بعض الحشرات أو الأسماك والزواحف والطيور.

- تحتوى الأنثى على كروموسوم الجنس Z واحد والآخر W وبذلك تحتوى الأنثى على ZW وهي غير

متشابهة أو متجانسة في كروموسومات الجنس Heterogametic female

- أما الذكر فإنه يحتوي على كروموسومين من النوع Z وبذلك يرمز له ZZ متجانس أو متشابه في كروموسومات الجنس Homogametic male.

وبتوضيح الصور المختلفة لأنواع كروموسومات الجنس في كثير من الحيوانات الفقارية واللافقارية يمكن تحديد جنس الجنين كالآتي:

(١) بواسطة جسم بار Barr body

- والذي اكتشفها العام بار وبيرترام عام ١٩٤٩ حيث وجد أن جسم كروماتيني داكن الصبغة أوضح في الخلايا العصبية في أنثى القطط بينما غائبة في الذكور ويسمى جسم بار.
- وهي موجودة فوق النواة.
- وتصبح أيضا بواسطة صبغة فولجن في المرحلة التمهيدية للنواة interphase nucleus وهي صبغة داكنة تلو لون بنفسجي.

(٢) بواسطة استخدام بعض الجينات الخاصة بالجنس (X أو Y)

مستخدما مادة الالفين بيوتين Avidin Biotin وهي مادة فلورسنة تتصق بالجين الخاص للجنس probe لتوضيح كروموسومات الجنس X أو Y حسب نوع الجين المستخدم.

(٣) بواسطة التحليل الكروموسومي: Chromosomal analysis

عن طريق تحديد كروموسوم الجنس وعمل الأبتوجرام أو الكريونيب Karyotype.

P₁



X



F₁



Y



F₂



A monohybrid cross between black and splashed white Andalusian fowl showing the incomplete dominance.

شکل رقم (٦-٢)



Certain abnormal recessive and dominant characters of man

شكل رقم (٦-٣)